



Paper Type: Original Article

BIM Adoption in Construction Companies of Tehran Province, Using Technology Acceptance Model (TAM)

Sahar Taheripour, Mojtaba Azizi*, Ehsanallah Eshtehardian

Department of Construction and Project Management, Faculty of Art, Tarbiat Modares University (TMU), Tehran, Iran;
sahar.taheripour@modares.ac.ir; azizi.pm@modares.ac.ir; eshtehardian@modares.ac.ir.

Citation:



Taheripour, S., Azizi, M., & Eshtehardian, E. (2022). BIM adoption in construction companies of Tehran province, using Technology Acceptance Model (TAM). *Innovation management and operational strategies*, 2(4), 385-400.

Received: 04/09/2021

Reviewed: 01/11/2021

Revised: 28/11/2021

Accept: 20/12/2021

Abstract

Purpose: Although in recent years, Building Information Modeling, as an emerging technology in the Iranian construction industry, has attracted the attention of many people, the low productivity of this industry and the conditions for the realization of many benefits from implementing this technology have faced many obstacles. Implementing such technologies on national, organizational, and individual scales depends on their adoption. According to previous research in this field, unfortunately, the adoption of BIM in Iran is very slow and undesirable.

Methodology: The present study obtained the BIM adoption status using the Technology Acceptance Model (TAM) by distributing a questionnaire among the first-ranked construction companies in Tehran province.

Findings: The data analysis using Structural Equation Modeling showed that BIM adoption was below average in all 87 valid samples. The research findings showed that if people imagine using BIM in their minds and beliefs more easily, they think it is useful. Both of these variables lead to a greater intention to adopt BIM technology.

Originality/Value: The study indicates that improving the BIM adoption status in the Iranian construction industry may be possible by strengthening individual and behavioural dimensions to further BIM adoption.

Keywords: Adoption, Construction companies, Technology Acceptance Model (TAM), Building Information Modeling (BIM).

<https://doi.org/10.22105/imos.2021.303205.1165>

<http://dori.net/dor/20.1001.1.27831345.1400.2.4.4.6>



Corresponding Author: azizi.pm@modares.ac.ir

Licensee. **Innovation Management & Operational Strategies**. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>).



نوع مقاله: پژوهشی



پذیرش فناوری مدل سازی اطلاعات ساختمان (BIM) در شرکت های ساختمانی استان تهران با استفاده از مدل پذیرش فناوری (TAM)

سحر طاهری پور، مجتبی عزیزی^{*}، احسان اله اشتیاردیان

گروه مدیریت پروژه و ساخت، دانشکده هنر، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران.

چکیده

هدف: اگرچه در سال های اخیر مدل سازی اطلاعات ساختمان به عنوان فناوری نوظهور در صنعت ساخت و ساز ایران، مورد توجه افراد زیادی قرار گرفته، اما بهره وری پایین این صنعت، شرایط تحقق بسیاری از منافع حاصل از پیاده سازی این فناوری را با موانع بسیاری مواجه کرده است. پیاده سازی چنین فناوری هایی در مقیاس ملی، سازمانی و فردی، منوط به پذیرش آن هاست که متأسفانه وضعیت پذیرش *BIM* در ایران، بنا بر تحقیقات پیشین در این زمینه، بسیار کند و نامطلوب است.

روش شناسی پژوهش: در تحقیق حاضر، از طریق توزیع پرسش نامه ای بین شرکت های ساختمانی رتبه یک استان تهران، وضعیت پذیرش *BIM* با استفاده از مدل پذیرش فناوری (*TAM*) به دست آمد.

یافته ها: تجزیه و تحلیل داده ها که با استفاده از روش مدل سازی معادلات ساختاری انجام شد، نشان داد وضعیت پذیرش *BIM* در تمامی ۸۷ نمونه معتبر تحقیق، کمتر از حد متوسط است. یافته های تحقیق نشان داد هرچقدر افراد در ذهن و باور خود، استفاده از *BIM* را آسان تر تصور کنند، بیشتر می پندارند که استفاده از *BIM* برایشان سودمند است و هر دو این متغیرها، میزان گرایش بیشتری به سمت پذیرش فناوری *BIM* را منجر می شوند.

اصالت / ارزش افزوده علمی: شاید بتوان با تمرکز بر تقویت مؤلفه های فردی و رفتاری در راستای پذیرش بیشتر *BIM*، وضعیت پذیرش *BIM* کند را در صنعت ساختمان ایران بهبود بخشید.

کلیدواژه ها: پذیرش، شرکت های ساختمانی، مدل پذیرش فناوری، مدل سازی اطلاعات ساختمان.

۱- مقدمه

صنعت ساختمان یکی از صنایع گسترده، غیر متمرکز و به شدت بومی هر کشور است و در بسیاری از کشورها شاخصه ای برای رشد و توسعه و یا رکود اقتصادی به حساب می آید.

* نویسنده مسئول

azizi.pm@modares.ac.ir



این صنعت در کشور ایران در حال حاضر دچار ناکارآمدی فراوانی است که یکی از دلایل اصلی آن، عدم رشد در حوزه تکنیکی و فنی است (پارسا و کفایتی ملک‌آباد^۱، ۲۰۱۸). فناوری اطلاعات، نقش مهمی را برای تسهیل این امور بر عهده دارد (فرح^۲، ۲۰۰۵).

از مفاهیم تکنولوژیکی که طی دهه‌های اخیر وارد ادبیات مدیریت پروژه و ساخت شده و از پیشرفت‌های این رشته به شمار می‌رود، مدل‌سازی اطلاعات ساختمان است که به اختصار *BIM* نامیده می‌شود. *BIM* فرآیند تولید و مدیریت اطلاعات ساختمان در طی حیات آن است که به‌عنوان منبع مشترک اطلاعات، بین کل تیم طراحی و اجرای ساختمان عمل می‌کند و منجر به یکپارچگی اطلاعات، افزایش هماهنگی، کاهش خطاها و افزایش کیفیت کار می‌شود (کیمل^۳، ۲۰۰۸). هدف *BIM* افزایش همکاری بین سازمان‌ها و حرفه‌های کاری مختلف معماری، مهندسی و ساخت برای ارتقاء بهره‌وری و کیفیت طراحی، ساخت و تعمیر و نگهداری ساختمان می‌باشد (لی و همکاران^۴، ۲۰۱۹). مطالعات نشان می‌دهد در پروژه‌های کوچک، این فناوری اندکی سبب افزایش هزینه‌ها می‌شود ولی در مقیاس بزرگ، استفاده از این تکنولوژی، مقرون‌به‌صرفه بوده و با بهره‌برداری سریع‌تر از پروژه‌ها، منافع بیشتری نصیب کارفرما خواهد شد (بدافی و موسوی^۵، ۲۰۱۶).

کارکردهای *BIM* را در تمامی فازهای دوره عمر پروژه می‌توان مشاهده نمود و این کارکردها بسیار گسترده و متنوع هستند. در ادامه به جهت اختصار، تنها به تعدادی از مهم‌ترین این کارکردها اشاره می‌شود. عموماً یک مدل *BIM* شامل اطلاعاتی همچون مشخصات طراحی، نوع ساختمان، مصالح، نوع سیستم تأسیسات، موقعیت جغرافیایی ساختمان و داده‌های مربوط به آب‌وهوای منطقه ساخت است (متاوا و کارتر^۶، ۲۰۱۳) که از طریق شناسایی آلترناتیوهای مختلف به وسیله مدل‌های سه‌بعدی و مقایسه آن‌ها از جهات مختلف مانند زیبایی‌شناسی، کارکردی، هزینه و... انجام می‌شود. مدل‌های سه‌بعدی با بصری سازی پروژه می‌توانند به طراحان، سازندگان و مدیران پروژه در درک پیچیدگی‌های هندسی، فرم‌های غیرمعمول و جزئیات پیچیده سازه و همچنین برای قانع کردن مقامات و تسریع گردش گرفتن مجوز ساختمان کمک کنند. همچنین پس از تصویب مجوزهای ساختمان، سازندگان می‌توانند از مدل‌های سه‌بعدی برای بازاریابی و فروش استفاده کنند تا به خریداران نشان دهند از لحاظ گرافیکی، آلترناتیوهای مختلف به چه شکلی هستند (گائو و فیشر^۷، ۲۰۰۸). در صورت تغییر در مشخصات یک عضو، به دلیل پارامتریک بودن اعضا در جزئیات اجزای سه‌بعدی، این تغییر به سایر اجزا وابسته به آن عضو نیز تعمیم می‌یابد. با به‌کارگیری *BIM* در پایان مرحله طراحی، امکان پیش‌ساخته سازی خارج از سایت نیز به دلیل موجود بودن کلیه جزئیات موردنیاز سازنده قطعات امکان‌پذیر می‌باشد (وینبرگ و دالکوئیست^۸، ۲۰۱۰). همچنین با ایجاد این مدل‌های سه‌بعدی با جزئیات، درخواست برای اطلاعات (*RFI*)^۹ کاهش می‌یابد (بارلیش و سولیوان^{۱۰}، ۲۰۱۲) و بسیاری از تداخلات در حین اجرا و نصب مشخص می‌شود که باعث دوباره‌کاری و هزینه زیادی می‌شدند (پارک و همکاران^{۱۱}، ۲۰۱۱). پیمانکاران جزء نیز قادرند بفهمند چگونه اجزا با هم هماهنگ می‌شوند و سیستم‌های ساختمانی چطور با هم برخورد دارند (بارلیش و سولیوان، ۲۰۱۲). از طرفی دیگر پیش‌ساختگی اعضا، به افزایش سرعت و دقت در پروژه‌ها خواهد انجامید (وینبرگ و دالکوئیست، ۲۰۱۰) که این‌ها خود احتمال شناسایی مخاطرات در حین ساخت را کاهش خواهد داد (خوشنوا و همکاران^{۱۲}، ۲۰۱۲). مدیران ساخت یا پیمانکاران کل از مدل‌های سه‌بعدی در فاز توسعه طراحی و پیش از ساخت برای پروژه‌هایی که سیستم‌های تأسیساتی و سازه پیچیده دارند، برای هماهنگی میان حوزه‌ها و شناسایی تداخلات استفاده می‌کنند. همچنین پیمانکاران در طول ساخت می‌توانند از مدل‌های سه‌بعدی به‌منظور هماهنگی و برنامه‌ریزی روزانه فعالیت‌ها استفاده کنند. بدین ترتیب دقت کار افزایش و بهره‌وری نیز افزایش خواهد یافت.

¹ Parsa and Kefayatimolkabad

² Farah

³ Kymmell

⁴ Li et al.

⁵ Boddaghi and Mousavi

⁶ Motawa and Carter

⁷ Gao and Fischer

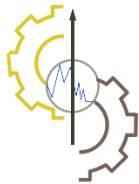
⁸ Winberg and Dahlqvist

⁹ Request For Information

¹⁰ Barlish and Sullivan

¹¹ Park et al.

¹² Khoshnava et al.



کسب منافع نظیر سود بیشتر، داشتن اسناد دقیق تر، کاهش دوباره کاری ها و کاهش زمان انجام پروژه به دلیل استفاده از آن نیز به چشم می خورد که موجب شده است کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه، برنامه ریزی طولانی مدتی را برای اجرا و به کارگیری BIM در پروژه های بخش عمومی انجام دهند. پشتیبانی BIM از جانب تیم های حرفه ای پروژه در صنعت ساخت آمریکا از میزان ۱۷٪ در سال ۲۰۰۷، به میزان ۷۱٪ در سال ۲۰۱۲ رسیده است (پوروال و هیوایج^۱، ۲۰۱۳). همچنین دولت بریتانیا به کارگیری BIM را برای شرکت در پروژه های دولتی از سال ۲۰۱۶ اجباری نموده است. ۲۵٪ شرکت های عمرانی در اعضاء شورای همکاری کشورهای عرب حوزه خلیج فارس نیز در حال به کارگیری BIM در پروژه های شان هستند (چن و همکاران^۲، ۲۰۱۵).

در زمینه نقشه راه پیاده سازی BIM نیز تحقیقاتی در کشورهای مختلف و از جمله ایران انجام شده است که در ادامه به برخی از مهم ترین آن ها اشاره می شود. محققان سوئدی در تحقیق خود نشان دادند که افزایش بهره وری سازمان ها با استفاده از BIM، نیازمند ترسیم برنامه ای جهت ایجاد تغییرات در فرایندهای کاری سازمان هاست که با دیدگاهی از جز به کل (پروژه-سازمان-دولت) به ترتیب زیر تدوین شده است:

- تعریف BIM به عنوان یک پروژه.
- کلیاتی از تغییرات پیشنهادی (شامل سیستم های مدیریتی در ارتباط با BIM، سنجش BIM، مهارت های مورد نیاز و آموزش و منابع BIM).
- سطح دوم تغییرات پیشنهادی (شامل اجبار دولت از معریان پروژه ها جهت ارائه نحوه برنامه ریزی BIM در فاز استارت آپ این پروژه ها، تعریف مسئولیت های جدید، تغییرات در قالب های قراردادی، یکپارچه کردن قالب های نرم افزاری و...) (لیندبلاد و واس^۳، ۲۰۱۵).

کوشکی^۴ (۲۰۱۷) با ارائه مدلی با عنوان الزامات پیاده سازی و توسعه فرهنگ استفاده از BIM، سه سطح نقش دولت (پشتوانه قانونی و ارائه کمک هزینه های مربوط به نرم افزار)، نقش تهیه کنندگان و نویسندگان نرم افزار (کسب حمایت قانونی، تهیه آموزش های نرم افزاری و تشویق مشتریان بر اهمیت استفاده از BIM و نقش دانشگاه ها و مراکز آموزشی (آموزش آکادمیک دانشجویان و آموزش فعالان حوزه ساخت و ساز) را معرفی کرده است. شرکت گروه سرمایه گذاری مسکن جنوب نیز، چهارچوب زیر را در راستای ایجاد دفتر BIM جهت بهره گیری از مزایای این فن آوری، پیشنهاد داد و در پروژه هایش به کار گرفت:

۱. آشنایی با چالش ها و بررسی نقش BIM در رفع مشکلات.
۲. تبیین استراتژی پیاده سازی BIM و بررسی راهکارهای موجود.
۳. برگزاری جلسات توجیهی BIM برای تمامی بخش های سازمان.
۴. تشکیل تیم اولیه BIM.
۵. آموزش راهکارهای نرم افزاری.
۶. پیاده سازی زیرساخت های سخت افزاری و نرم افزاری.
۷. تعریف پروژه پایلوت با استانداردهای اولیه.
۸. تبیین استانداردها و فرایندهای مورد نیاز.
۹. تعیین چشم انداز جهت اجرای BIM در تمامی پروژه ها.
۱۰. آموزش و افزایش آگاهی و تقویت تیم BIM.

اما همیشه پذیرش فناوری های جدید با استقبال مواجه نمی شود (ازهر و همکاران^۵، ۲۰۰۸) و با وجود اینکه پذیرش و به کارگیری BIM در برخی کشورهای پیشرو در این زمینه، همچون ایالات متحده آمریکا، انگلستان، چین، هنگ کنگ و غیره در سال های اخیر پیشرفت خوبی داشته است، اما به نظر می رسد وضعیت پذیرش آن در کشورهای جهان سوم از جمله ایران، با وجود گذشت نزدیک به یک دهه از ظهور آن در کشور، بسیار کند و نامطلوب است (روحانی و بنی هاشمی^۶، ۲۰۱۸). به نقل از نعمتی^۷ (۲۰۱۶)، "در ابتدا در سازمان می بایست

^۱ Porwal and Hewage

^۲ Chen et al.

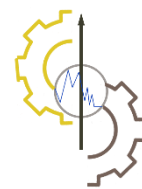
^۳ Lindblad and Vass

^۴ Koushki

^۵ Azhar et al.

^۶ Rouhani and Banihashemi

^۷ Nemati et al.



برنامه‌ای برای پذیرش *BIM* و آگاهی افراد وجود داشته باشد و پس از آن به برنامه‌ریزی در خصوص پیاده‌سازی *BIM* پرداخته شود.^۱ حسینی و همکاران^۱ (۲۰۱۶) با انجام مطالعه‌ای اکتشافی از وضعیت *BIM* در ایران، به این نتیجه رسیدند که پذیرش *BIM* در ایران در سطح پایین و کم توسعه یافته است. وزارت راه و شهرسازی با همکاری دفتر مقررات ملی و کنترل ساختمان نیز طی انجام و ارائه گزارشی بیان کردند که در حدود ۶۳٪ از شرکت‌کنندگان، باور داشتند افق ۱۱ تا بیش از ۲۰ سال زمان جهت کاربست *BIM* در صنعت ساخت‌وساز کشور نیاز است. با توجه به نتیجه‌ای که حسینی^۲ (۲۰۱۵) نیز در تحقیق خود به آن رسیده است، بخش زیادی از پاسخ‌دهندگان به تحقیق او، حتی قصد آشنایی با *BIM* را نداشتند و در پذیرش این فناوری مشکلاتی وجود دارد. با توجه به تحقیقات انجام شده، یکی از بزرگ‌ترین موانع پیاده‌سازی *BIM* در ایران، مسئله عدم پذیرش آن است که بنا به دلایلی از جمله ترس افراد از اینکه از عهده این فناوری جدید برنایند و یا اینکه جایگاهشان به خطر بیفتد و غیره نشأت می‌گیرد.

جهت پیاده‌سازی هر فناوری سودمندی، ابتدا می‌بایست پذیرش آن توسط کاربران مشغول به فعالیت در صنعت اتفاق بیفتد و شاید از دلایل مهم عدم پیاده‌سازی وسیع فناوری *BIM* در ایران، همین موضوع باشد. مسئله پذیرش فناوری *BIM*، در کشورهای با بسترهای فرهنگی مختلف و روی پذیرش فناوری‌های مختلف در رشته‌ها و زمینه‌های کاری مختلفی از جمله پرستاری، آموزش و پرورش، بانکداری و غیره انجام شده است. همچنین از آنجایی که در زمینه پذیرش *BIM* در ایران در حوزه‌های فنی و قانونی تحقیقاتی انجام شده است ولی تحقیقی که پذیرش *BIM* را منتج از مؤلفه‌های رفتاری و به‌طور خاص در بستر شرکت‌های ساختمانی ایران سنجیده باشد، توسط محقق یافت نشده است، می‌توان بر موضوع "پذیرش فناوری *BIM* در شرکت‌های ساختمانی ایران" متمرکز شد تا بتوان پذیرش بهتر و بیشتر *BIM* در صنعت ساختمان ایران را گسترش داد و به وضعیت ناکارآمد صنعت ساختمان ایران کمک کرد. در واقع موضوعات مربوط به مقاومت کاربران در برابر تغییرات فناورانه، همیشه متأثر از موضوعات فنی، مالی، قانونی و ... نیست و موضوعات اجتماعی و رفتاری نیز می‌توانند بسیار مؤثر باشند؛ در نتیجه با انجام این تحقیق، به سؤالات زیر پاسخ داده شده است:

- وضعیت پذیرش فناوری *BIM* در شرکت‌های ساختمانی ایران چگونه است؟
- مؤلفه‌های پذیرش فناوری *BIM* در شرکت‌های ساختمانی ایران، چه تأثیری روی هم می‌گذارند؟

در بخش بعد، ضمن بررسی مبانی نظری و پیشینه تحقیق، مدل تحقیق ارائه شده است که یکی از مدل‌های مرجع در پذیرش فناوری‌های جدید است. در ادامه، پس از معرفی روش‌شناسی تحقیق، مهم‌ترین یافته‌های این تحقیق بیان شده است؛ در واقع با تنظیم پرسش‌نامه‌ای بر اساس مؤلفه‌های مدل انتخابی و توزیع آن بین تعدادی از شرکت‌های ساختمانی رتبه یک استان تهران، میزان پذیرش *BIM* به تفکیک گروه‌های سنی مشارکت‌کننده در تحقیق، ماهیت شرکت‌های ساختمانی و بین تمامی نمونه‌های معتبر تحقیق (ارائه و تحلیل شده است. در پایان نیز، نتایج حاصل از تحقیق حاضر با تحقیقات پیشین مقایسه شده و نتیجه‌گیری نهایی صورت گرفته است.

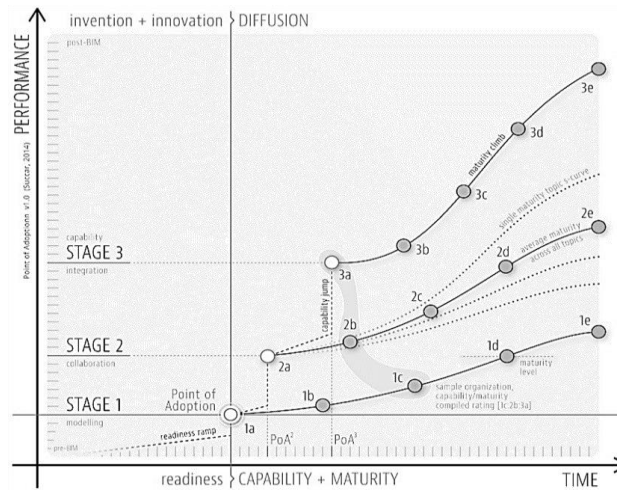
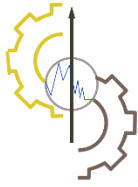
۲- مبانی نظری و پیشینه تحقیق

پذیرش *BIM*، از ترکیب مفاهیم پیاده‌سازی و انتشار *BIM* تشکیل شده است. پیاده‌سازی به‌عنوان رویکردی سه مرحله‌ای است که ترکیب آمادگی سازمان برای پذیرش، توانایی آن برای اجرا و به دست آوردن بلوغ عملکردی آن را در بر می‌گیرد. انتشار نیز مفهومی است که نشان‌دهنده گسترش سیستم/فرآیند *BIM* در طی جمعیتی پذیرنده است. نقطه پذیرش *BIM*، جایی است که جهشی در طول پیشرفت بین مراحل کسب توانایی از *BIM*، وضعیت قبل از *BIM*، مدل‌سازی مبتنی بر شی، همکاری مبتنی بر مدل و یکپارچگی مبتنی بر شبکه (رخ می‌دهد (کاسم و سوکار^۳، ۲۰۱۷).

¹ Hosseini et al.

² Hosseini

³ Kassem and Succar



شکل ۱- نقطه پذیرش BIM (کاسم و سوکار، ۲۰۱۷).
Figure 1- Adoption point of BIM (Kassem & Succar, 2017).

مهران^۱ (۲۰۱۶) با بررسی پذیرش BIM در صنعت ساخت امارات متحده عربی برای شرکت های معماری، مهندسی و ساخت، پرسش نامه ای آنلاین بین ۶۰ نفر از حرفه ای های صنعت ساخت و ساز امارات که از BIM در پروژه های شان استفاده می کنند، توزیع کرد و به این نتیجه رسید که پذیرش BIM در امارات، روند آهسته ای دارد. همچنین سه چالش اصلی فقدان استانداردهای BIM، فقدان آگاهی از BIM و مقاومت به تغییر، بیشترین فراوانی پاسخ دهندگان را در رابطه با عدم پذیرش BIM به خود اختصاص داد. سه فاکتور اصلی پذیرش BIM که شامل فاکتور فنی (اقداماتی جهت افزایش قابلیت همکاری بین بصری سازی، هزینه های طراحی و غیره)، فاکتور سازمانی (حمایت سطوح بالای سازمان، آموزش های حرفه ای و غیره) و فاکتور گرایشی (تمایل به یادگیری BIM، آگاهی از BIM و غیره)، می شدند، جهت افزایش پذیرش BIM در صنعت ساخت امارات پیشنهاد شدند.

هر و فیشر^۲ (۲۰۱۹) با بررسی پذیرش BIM در صنایع AEC چین، پیمایشی را در منطقه سوچو واقع در شانگهای انجام داده و به این نتیجه رسیده اند که مهم ترین چالش پذیرش BIM مربوط به اسناد قرارداد رسمی است که در حال حاضر محدود به نقشه های دو بعدی است. همچنین بیشتر پاسخ دهندگان اذعان داشتند که پذیرش BIM روندی آهسته و ناکارآمد دارد. آن ها همچنین راهکارهایی از جمله تدوین دستورالعمل های دولت بر اساس الزامات کاربران و توجیه آن ها به اینکه BIM، لزوماً اقلام هزینه غیر ضروری اعمال نمی کند را جهت تسهیل در پذیرش BIM پیشنهاد دادند. در پایان تحقیق نیز، با اشاره به اینکه مدل های پذیرش BIM، زمان را در نظر نمی گیرند، بیان داشته اند که پذیرش BIM تنها مختص به مراحل آغازین پروژه ها نیست و سه گروه معماران، مهندسين و پیمانکاران، هر کدام در چه مرحله ای از دوره عمر پروژه ها، سطوح متفاوتی از پذیرش BIM را نشان می دهند که به ترتیب بیشترین پذیرش را معماران و مهندسين در مرحله طراحی و مرحله ساخت، دارند. احمد و کاسم^۳ (۲۰۱۸)، نظرسنجی را بین ۱۷۷ شرکت از شرکت های معماری بریتانیا که خدمات BIM را ارائه می دادند (در هر شرکت، یک نفر به عنوان نماینده که درگیر فرآیند پذیرش BIM بوده، به عنوان پاسخ دهنده انتخاب شده است)، انجام دادند و به این نتیجه رسیدند که فاکتور گرایش که در مرحله آگاهی و بعد از آن، ارتباطات رفتاری که در مرحله علاقه جای دارند، به عنوان مؤثرترین فاکتورها در پذیرش BIM شناخته شدند.

تحقیقی با عنوان "گذر از شکاف تکنولوژیکی پذیرش مدل سازی اطلاعات ساختمان" توسط آیینلا و آدامو^۴ (۲۰۱۸) انجام شده است که راهکاری را در پاسخ به شکافی که به علت مسائلی چون هزینه ها، فرهنگ کاری، تخصص، آموزش، فقدان تقاضای مشتری، الزامات قانونی و غیره در پذیرش BIM به وجود آمده است، در نتیجه تلفیق دو مدل زیر پیشنهاد داده اند: مدل بلوغ BIM بیورپاردز^۵ که به صورت سطوح حرکت به سمت رسیدن به هدف BIM که یکپارچگی است، تعریف شده است و حرکت در راستای افق دارد و نمودار چرخه حیات پذیرش فناوری (Technology Adoption Life Cycle (TALC که حرکتی در راستای عمود دارد. راهکار ارائه شده جهت پاسخ به شکاف به وجود آمده به این صورت است که جهت افزایش پذیرش BIM، این دو مدل با هم ترکیب شوند و حرکتی قطری مبنای عمل قرار گیرد.

¹ Mehran

² Herr and Fischer

³ Ahmed and Kassem

⁴ Ayinla and Adamu

⁵ Bew Richards



توجیه محققان این بود که سازمان‌ها جهت پذیرش *BIM*، باید در هر دو راستای *Y* (حرکت در راستای فاکتورهای درونی سازمان چون رهبری، نوآوری و غیره) و راستای *X* (حرکت در راستای فاکتورهای بیرونی سازمان مانند کسب مجوزها و غیره) حرکت کند.

سان و همکاران^۱ (۲۰۱۵) تحقیقی را انجام داده‌اند که مدل خود را که با دخیل کردن مدل پذیرش فناوری (*TAM*) با عوامل مربوط با حرفه ساخت‌وساز در ۴ حوزه سازمانی (شامل شرایط تسهیل‌کننده و حمایت سطوح بالای مدیریت)، حوزه اجتماعی (شامل هنجارهای ذهنی)، حوزه فنی (شامل سازگاری) و حوزه فردی (شامل خودکارآمدی)، تعریف کرده و روابط مدل را از طریق توزیع پرسش‌نامه‌ای در میان ۱۶۲ معمار از سازمان‌های طراحی کره که به صورت نسبتاً مطلوبی از *BIM* استفاده می‌کردند، سنجیده و نشان می‌دهند که سازگاری با *BIM*، مؤثرترین مؤلفه روی سودمندی درک شده و سهولت استفاده درک شده از *BIM* دارد. محققان کره‌ای نیز با تنظیم پرسش‌نامه و ارسال آن برای ۱۱۴ سازمان صنعت ساخت کره که شامل پیمانکاران، معماران و مهندسان می‌شد، به این نتیجه رسیدند که کارایی فردی و نوآوری سازمانی از فاکتورهای انگیزشی درونی و حمایت سازمانی و فشار سازمان‌ها و محیط خارجی، از فاکتورهای انگیزشی بیرونی، بیشترین اثر را بر پذیرش *BIM* داشته‌اند. همچنین انگیزه برای گرایش به پذیرش *BIM* باید توسط فاکتورهای محیط خارجی مثل حمایت دولت، در اشکال تخصیص منابع، آموزش و غیره تقویت شود (لی و یو^۲، ۲۰۱۳). نگوتاناساوان^۳ (۲۰۱۷) مدلی را جهت پذیرش *BIM* در صنعت طراحی تایوان تنظیم و روی ۲۷۸ مهندس و معمار تایوانی که تجربه استفاده از *BIM* را داشتند، مورد مطالعه قرار داد. نتایج بررسی نشان داد که ویژگی‌های *BIM* چون کیفیت نرم‌افزاری *BIM*، مزیت نسبی آن، پاداش به کاربران، سهولت استفاده و میزان سازگاری با *BIM*، تأثیر زیادی روی آگاهی از *BIM* و در نهایت، پذیرش آسان‌تر *BIM* در میان معماران و مهندسان تایوانی دارد.

در تحقیقاتی که به آن اشاره شد، مدل‌های مختلفی برای سنجش پذیرش فناوری *BIM* ارائه شده‌اند. همچنین مدل‌های پذیرش فناوری مختلفی در تحقیقات دیگر برای پذیرش هر فناوری و فارغ از *BIM* بودن آن پیشنهاد شده است که تعداد زیادی از آن‌ها توسعه‌یافته مدل پذیرش فناوری (*TAM*) هستند.

مدل پذیرش فناوری که نخستین بار توسط دیویس مطرح شد و در شکل شماره دو به آن اشاره شده است، به‌طور گسترده برای پیش‌بینی پذیرش و استفاده از فناوری‌های اطلاعاتی مورد استفاده قرار می‌گیرد (ونکاتش و دیویس^۴، ۱۹۹۶) و شامل سه مؤلفه اصلی سهولت استفاده درک شده، سودمندی درک شده و گرایش رفتار است. مؤلفه متغیرهای بیرونی و همچنین متغیر استفاده واقعی از فناوری، دو مؤلفه دیگر این مدل هستند. سهولت استفاده درک شده، بیان‌گر درک کاربر از میزان تلاشی است که لازم است جهت استفاده از آن فناوری از خود نشان دهد. سودمندی درک شده نیز درک کاربر از اینکه چقدر استفاده از آن فناوری، عملکردش را در محل کار بهبود می‌دهد را نشان می‌دهد (لای^۵، ۲۰۱۷). این دو مؤلفه در کنار هم و با تأثیری که روی هم می‌گذارند، منجر به گرایش رفتار به استفاده از هر فناوری نوظهور می‌شوند. سودمندی درک شده و سهولت استفاده درک شده (دو مؤلفه اصلی مدل پذیرش فناوری بر نگرش و گرایش افراد نسبت به استفاده از فناوری، اهداف آن‌ها برای استفاده از آن فناوری و در نهایت استفاده از آن در عمل، تأثیر می‌گذارند (تئو^۶، ۲۰۰۸). علاوه بر این، مطالعات زیادی نیز در ایران و سایر کشورها انجام شده است که نشان می‌دهد سهولت استفاده درک شده بر سودمندی درک شده تأثیر می‌گذارد (درانی و رشیدی^۷، ۲۰۰۷؛ کیم و همکاران^۸، ۲۰۰۹؛ اجه‌ای^۹، ۲۰۱۲؛ آکور^{۱۰}، ۲۰۰۶). متغیرهای بیرونی مدل *TAM* نیز از آن‌جا مورد استفاده قرار می‌گیرند که چون این مدل به‌عنوان مدلی مرجع و ابزاری جهت سنجش میزان پذیرش هر فناوری نوظهور مطرح شده است، این متغیرها می‌توانند در قسمت سمت چپ مدل و به اقتضای تحقیقات با موضوعات مختلفی اضافه شوند.

¹ Son et al.

² Lee and Yu

³ Ngowtanasawan

⁴ Venkatesh and Davis

⁵ Lai

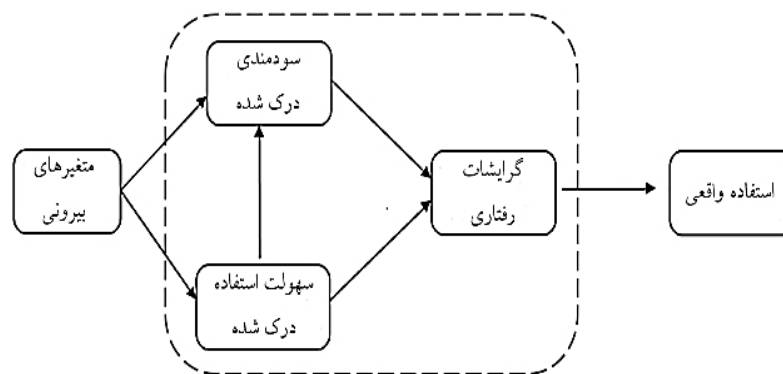
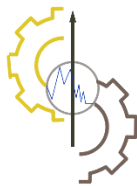
⁶ Teo

⁷ Dorani and Rashidi

⁸ Kim et al.

⁹ Ejei

¹⁰ Akour



شکل ۲- مدل پذیرش فناوری (ونکاتش و دیویس، ۱۹۹۶).
Figure 2- Technology Acceptance Model (Venkatesh & Davis, 1996).

محقق ضمن بررسی مدل های پذیرش فناوری در طی سال های اخیر به این نتیجه رسیده است که جهت بررسی این موضوع، در اکثریت تحقیقات و از جمله در تحقیقاتی که در همین مقاله مورد بررسی قرار گرفت، از مدل TAM و یا مدل های توسعه یافته مدل TAM استفاده شده و این مدل به عنوان ابزار پژوهشی محکم و پرکاربردی در طی سال ها به کار گرفته شده و مرجعیت خوبی را جهت سنجش میزان پذیرش هر فناوری در تحقیقات پیشین نشان داده است. همچنین چون مؤلفه های این مدل شامل موضوعات رفتاری پذیرش هر گونه فناوری می شوند و در تحقیق حاضر نیز این موضوعات نشانه رفته اند و به عبارتی با اهداف تحقیق حاضر همخوانی خوبی دارند، جهت استفاده در این تحقیق نیز به کار گرفته شد. همچنین تحقیقی که وضعیت پذیرش BIM در صنعت ساختمان ایران را با استفاده از مدل TAM سنجیده باشد، توسط محقق یافت نشده است؛ در نتیجه در تحقیق حاضر سعی شده است تا وضعیت پذیرش BIM در شرکت های ساختمانی ایران، بر اساس مدل TAM سنجیده شود.

۳- روش شناسی

تحقیق حاضر نوعی تحقیق کاربردی است؛ چون به بررسی وضعیت پذیرش BIM در محیط واقعی صنعت ساختمان ایران و مورد استفاده برای شرکت های ساختمانی رتبه یک استان تهران پرداخته است. مراحل انجام تحقیق به ترتیب در زیر آمده است:

۳-۱- بررسی ادبیات موضوع و انتخاب مدل پذیرش فناوری

با مطالعه برخی مدل های پذیرش فناوری که در ادبیات موضوع به آن ها اشاره شده است، مدل پذیرش فناوری (TAM) به عنوان مدل تحقیق حاضر انتخاب شد؛ چون اکثر مدل هایی که در این زمینه وجود دارند، توسعه یافته مدل TAM هستند و این مدل، مرجعیت خوبی را جهت استفاده در تحقیقات نشان داده است؛ لذا چون در تحقیق حاضر تصمیم بر تعیین وضعیت پذیرش BIM بین شرکت های ساختمانی بوده است، متغیرهای بیرونی از این مدل حذف شدند. هم چنین چون مدل TAM در تحقیق حاضر تا قسمت وضعیت پذیرش BIM مورد استفاده قرار گرفته است، مؤلفه استفاده واقعی نیز از انتهای مدل حذف شد و تنها قسمتی که با خط چین در شکل شماره یک نشان داده شده است، در این تحقیق به کار گرفته شد.

۳-۲- تنظیم سؤالات پرسش نامه و انجام روایی و پایایی آن

پرسش نامه محقق ساخته از ترکیب سؤالات پرسش نامه های تحقیقات لیو^۱ (۲۰۱۵)، دیزون^۲ (۲۰۱۶) و گفن و استراوب^۳ (۲۰۰۰) و سپس اندکی متعادل سازی با توجه به اهداف این تحقیق، استخراج شده است. همچنین در رابطه با مقیاس های گوناگون در پرسش نامه، از طیف فاصله ای (پنج تایی) لیکرت (۱ معادل خیلی مخالفم، ۲ معادل مخالفم، ۳ معادل نه موافق و نه مخالفم، ۴ معادل موافقم و ۵ معادل خیلی موافقم) استفاده شده است. جهت روایی سؤالات پرسش نامه، اعتبار صوری به کار گرفته شد؛ به این منظور، این سؤالات پس از

^۱ Liu

^۲ Dizon

^۳ Gefen and Straub

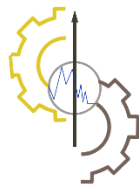


تنظیم، در اختیار سه استاد دانشگاهی، سه تن از دانشجویان مدیریت پروژه و دو خبره صنعتی که تجربه مطالعاتی و فعالیت عملی خوبی در زمینه BIM داشتند، قرار گرفت که پس از اعلام نظر آن‌ها، ایرادات وارد شده به سؤالات پرسش‌نامه برطرف شد. همچنین به این علت که پرسش‌نامه به کار گرفته شده، پرسش‌نامه‌ای محقق ساخته بود که از ترکیب تعدادی از پرسش‌نامه‌های مرتبط با موضوع تحقیق به دست آمد، از تحلیل عامل تأییدی استفاده شد که به این منظور، مدل اندازه‌گیری و بررسی بارهای عاملی و ضرایب f برای تمامی گویه‌های مدل تحقیق به کار گرفته شد که تمامی ضرایب، عدد مناسبی را نشان داده و در نتیجه گویه‌های پرسش‌نامه، گویه‌های مناسبی هستند. همچنین از ضریب آلفای کرونباخ برای ارزیابی پایایی سؤالات پرسش‌نامه استفاده شد که ضریب آلفای کرونباخ کل پرسش‌نامه ۰/۹۵ حاصل شده است که نشان‌دهنده این است که پرسش‌نامه تنظیم شده، از پایایی خوبی نیز برخوردار است.

۳-۳- شناسایی شرکت‌ها جهت گردآوری داده‌ها و توزیع پرسش‌نامه‌ها

جامعه آماری تحقیق حاضر، شرکت‌های ساختمانی رتبه یک استان تهران در چهار رسته کارفرمایی، مشاوره، پیمانکاری و طرح و ساخت هستند که در مجموع ۸۷ نمونه از هر چهار گروه کارفرمایی، مشاوره، پیمانکاری و طرح و ساخت انتخاب شدند و به این علت که نمونه‌ها از گروه‌های مختلف انتخاب شده‌اند که می‌بایست تا حدودی با همان نسبتی که در جامعه حضور دارند انتخاب شوند، از روش نمونه‌گیری طبقه‌ای استفاده شده است. دلیل انتخاب جامعه آماری با ویژگی‌های پیش گفته این بود که اولاً مشغول فعالیت در صنعت ساختمان ایران باشند؛ زیرا این صنعت، سالانه حجم زیادی از منابع کشور را در مقایسه با صنایع دیگر به خود اختصاص می‌دهد و شاید ورود BIM به این صنعت، کمی فراگیرتر از صنایع دیگر باشد. دلیل انتخاب شرکت‌های ساختمانی استان تهران نیز به این علت بود که جهت گردآوری داده‌ها، در دسترس باشند و همچنین علت انتخاب تنها شرکت‌های رتبه یک این بود که با توجه به آمار موجود در ادبیات موضوع، هنوز پذیرش و فراگیری BIM در سطح وسیعی در کشور انجام نشده است و به علت نسبتاً نوظهور بودن این فناوری، حتی شاید بسیاری از شرکت‌های رتبه یک نیز با این فناوری آشنایی چندانی نداشته باشند؛ در نتیجه بررسی این موضوع بین شرکت‌های رتبه یک، داده‌های قابل اطمینان‌تری فراهم می‌کرد.

روند جمع‌آوری نمونه‌ها به این صورت بود که ابتدا از طریق استعلام از سایت سازمان برنامه و بودجه کشور (www.sajar.mporg.ir) و با فیلتر کردن نتایج جستجوی پیشرفته بر اساس شرکت‌های رتبه یک، رسته ساختمانی، استان تهران و دارای اعتبار، تعداد ۴۱۲ شرکت واجد شرایط یافت شد که ۱۰ مورد از این شرکت‌ها در دو و یا سه دسته شرکت فعالیت داشتند که از این ۴۱۲ کسر شدند و در نهایت تعداد نهایی ۴۰۲ شرکت به عنوان جامعه آماری تحقیق تعیین شدند. به این علت که شرکت‌های کارفرمایی در این لیست قرار ندارند، از شرکت‌ها خواسته شد که اگر با نقش کارفرمایی نیز فعالیت دارند، پاسخ به سؤالات پرسش‌نامه را بر اساس شرایط شرکت کارفرمایی مشغول به فعالیت خود انجام دهند و یا اگر شرکت‌های با ماهیت کارفرمایی و دارای شرایط مشمول تحقیق حاضر را می‌شناسند، معرفی کنند. ابتدا از طریق شماره تماس شرکت‌ها که در لیست سایت سازمان برنامه و بودجه بارگذاری شده بود، اقدام شد که متأسفانه بازخوردهای خوبی دریافت نشد و از ۵۸ تماسی که حاصل شد، تنها ۱۸ پرسش‌نامه تکمیل شد. در مرحله بعد، از طریق آشنایی با برخی متخصصان، دانشگاهیان، صنعت کاران و یا شرکت‌هایی که در دومین کنفرانس بین‌المللی BIM حضور داشتند، پیامک‌هایی به شماره‌های شخصی این افراد ارسال شد و خوشبختانه تعداد نسبتاً مطلوب ۲۹ پرسش‌نامه نیز به این واسطه تکمیل شد. در مرحله بعد، جستجوهای برای همایش‌ها، نمایشگاه‌ها و یا گردهمایی‌های مرتبط که در بازه زمانی گردآوری داده‌ها در تهران برگزار می‌شدند، صورت گرفت که با حضور در نمایشگاه کار دانشگاه صنعتی شریف، تعداد ۹ پرسش‌نامه و با حضور در چهارمین همایش بین‌المللی ساخت‌وساز پایدار، تعداد ۱۴ پرسش‌نامه دیگر نیز تکمیل شدند. در ادامه تصمیم بر این شد که با منطقه بندی شرکت‌های نزدیک به هم در یک منطقه جغرافیایی تهران و با مراجعه حضوری به این شرکت‌ها، روند تکمیل پرسش‌نامه‌ها ادامه پیدا کند که تعداد ۱۰ پرسش‌نامه دیگر نیز به این روش تکمیل شد. در ادامه از طریق تکنیک گلوله‌برفی و آشنایی با یکی از اعضاء بالادست شرکت سرمایه‌گذاری مسکن، تعداد ۷ پرسش‌نامه دیگر نیز با همکاری ایشان و از طریق شرکت‌های تابعه به مجموع داده‌های تکمیلی افزوده شد. در نهایت به واسطه توزیع آنلاین و یا حضوری پرسش‌نامه‌ها، تعداد ۸۷ پرسش‌نامه معتبر گردآوری شد که مشخصات جمعیت‌شناختی نمونه‌ها در جدول ۱ ارائه شده است.



جدول ۱- آمار جمعیت‌شناختی مشارکت‌کنندگان در تحقیق.

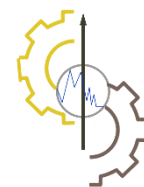
Table 1- Demographic statistics of respondents.

ویژگی	شاخص‌ها	تعداد	درصد
سن	۲۰ تا ۲۵ سال	5	5.7%
	۲۵ تا ۳۵ سال	33	37.9%
	۳۵ تا ۴۵ سال	39	44.8%
	بیشتر از ۴۵	10	11.5%
جنسیت	زن	21	24.1%
	مرد	66	75.9%
	کاردانی	3	4%
میزان تحصیلات	کارشناسی	21	24%
	کارشناسی ارشد	51	59%
	دکتر	12	13%
	تا ۵ سال	15	17.2%
سابقه کاری در صنعت ساختمان ایران	۵ تا ۱۰ سال	37	42.5%
	۱۰ تا ۱۵ سال	23	26.4%
	بیشتر از ۱۵	12	13.8%
	.	64	73.6%
تعداد پروژه که از BIM در آن استفاده شده و پاسخ‌گو در آن مشارکت داشته است.	کمتر از دو پروژه	10	11.5%
	دو تا پنج پروژه	6	6.9%
	بیشتر از پنج	7	8%
	کارفرمایی	10	11.5%
نوع فعالیت شرکت	مشاوره	26	29.9%
	پیمانکاری	47	54%
	طرح و ساخت	4	4.6%
	بخش مدیریتی	27	31%
سمت در شرکت	بخش کنترل پروژه	20	23%
	بخش فنی	28	32%
	بخش تحقیق و توسعه	12	14%

همان‌گونه که از جدول ۱ مشخص است، تنها ۲۳ شرکت از فناوری BIM در پروژه‌هایشان استفاده کرده‌اند که شاید دال بر این موضوع باشد که هنوز BIM در سطح گسترده‌ای حتی بین شرکت‌های رتبه یک نیز پیاده نمی‌شود. نسبت شرکت‌های مشارکت‌کننده در تحقیق (به ترتیب از بیشتر به کمتر: پیمانکاری با ۵۴٪، مشاوره با ۲۹/۵٪، کارفرمایی با ۱۱/۵٪ و طرح و ساخت با ۴/۶٪) نیز تقریباً با همان توزیعی که در سایت سازمان برنامه و بودجه کشور (۲۶۵ شرکت پیمانکاری و ۱۴۴ شرکت مشاوره و ۴ شرکت طرح و ساخت) موجود است، همخوانی نسبتاً مطلوبی دارد.

۳-۴- تجزیه و تحلیل داده‌ها

جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها، از نرم‌افزارهای SPSS22 و SmartPLS3 استفاده شد. مدل‌سازی معادلات ساختاری و تحلیل مسیر از جمله روش‌هایی هستند که در تجزیه و تحلیل چند متغیره به کار می‌روند. با توجه به اینکه مدل مفهومی این تحقیق، مدلی چند متغیره می‌باشد،



برای تائید یا رد فرضیه‌های تحقیق از مدل معادلات ساختاری و تحلیل مسیر استفاده شده است. برای اجرای مدل معادلات ساختاری نیز از رویکرد حداقل مربعات جزئی استفاده شد. از جمله دلایلی که از این نرم‌افزار برای تحلیل داده‌ها استفاده شد، عبارت‌اند از:

۱. حجم نمونه تحقیق نسبتاً کم بود (۸۷ نمونه معتبر).
۲. مدل مفهومی تحقیق از نوع محقق ساخته بود.
۳. مدل مفهومی تحقیق، پیچیدگی نسبتاً کمی داشت (با توجه به تعداد و روابط بین متغیرها).
۴. امکان تبیین روابط بین متغیرها با این ابزار ممکن شد و ...

۳-۵- اعتبارسنجی یافته‌ها

با توجه به مدل تحقیق و روابط بین متغیرها (گودهیو و همکاران^۱، ۲۰۰۶)، حداقل تعداد ۶۰ نمونه مورد نیاز بود. در نهایت تعداد ۸۷ پرسش‌نامه معتبر جمع‌آوری شد که با مشورت با دو مشاور آماری، مناسب بودن میزان داده‌های جمع‌آوری شده تائید شد. همچنین یافته‌ها پس از مشورت با استاد راهنما و دو خبره صنعتی که تجربه عملی نسبتاً مطلوبی از فعالیت در زمینه BIM و وضعیت فعلی پذیرش آن در صنعت ساختمان ایران داشتند، قرار گرفت که به این واسطه مورد تائید قرار گرفت.

۴- یافته‌ها

در این بخش، ابتدا میزان پذیرش فناوری BIM در تمام شرکت‌های ساختمانی که در تحقیق حاضر مشارکت نمودند و بر اساس پاسخ‌هایی که به متغیرهای سودمندی درک شده، سهولت استفاده درک شده و گرایش‌های رفتاری داده‌اند، بیان می‌شود و سپس این پاسخ‌ها به تفکیک چهار دسته از شرکت‌های مشاوره، پیمانکاری، کارفرمایی و طرح و ساخت، بیان و مقایسه می‌شوند. بار دیگر، میزان پذیرش BIM به تفکیک گروه‌های سنی افراد مشارکت‌کننده در تحقیق ارائه می‌شود. در پایان این بخش نیز ضرایب مربوط به مدل تحقیق ارائه و تفسیر می‌شوند.

۴-۱- میزان پذیرش BIM در شرکت‌های ساختمانی رتبه یک استان تهران

میزان پذیرش BIM در تمامی شرکت‌های ساختمانی رتبه یک استان تهران، از طریق نتایج حاصل از خروجی مربوط به آمار توصیفی متغیرهای سودمندی درک شده، سهولت استفاده درک شده و گرایش‌های رفتاری که در جدول ۲ ارائه شده است و همچنین از آمار استنباطی مستخرج از آزمون *One Sample T-test* به دست آمد. در بخش آمار توصیفی، شاخص‌های توصیفی نظیر کمترین، بیشترین، میانگین و انحراف معیار، برای این سه متغیر به دست آمد. اندازه‌گیری این سه متغیر با استفاده از طیف پنج‌تایی لیکرت انجام شده است که کمترین مقدار نمره برای هر متغیر، عدد ۱ و بیشترین نمره عدد ۵ می‌باشد. حد وسط برای این طیف، عدد ۳ می‌باشد؛ لذا در صورتی که میانگین نمره یک متغیر بیشتر از ۳ باشد، بالاتر از حد وسط و در صورتی که میانگین آن کمتر از ۳ باشد، توصیف‌کننده پایین‌تر از حد وسط خواهد بود.

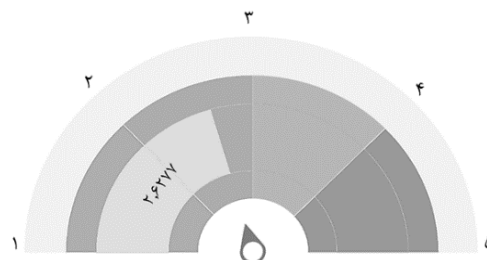
جدول ۲- آمار توصیفی متغیرهای پذیرش فناوری BIM در تمام نمونه‌ها.

Table 2- Descriptive statistics of BIM technology adoption variables in all samples.

متغیرهای پذیرش BIM	تعداد	حداقل	حداکثر	میانگین	انحراف معیار
سهولت استفاده درک شده	87	1.00	5.00	2.7778	1.25308
سودمندی درک شده	87	1.00	5.00	2.7203	1.29984
گرایش‌های رفتاری	87	1.00	5.00	2.3851	0.90204

همچنین میانگین سه متغیر پذیرش BIM در بین شرکت‌های ذکر شده به دست آمد که برابر عدد ۲/۶۲۷۷ حاصل شد و در داشبورد شکل شماره سه نشان داده شده است.

¹ Goodhue et al.



شکل ۳- داشبورد وضعیت فعلی پذیرش فناوری BIM در تمام نمونه‌های مورد بررسی.

Figure 3- Dashboard current status of BIM technology adoption in all samples.

۳۹۵

برای پاسخ به سؤال "وضعیت پذیرش BIM بین شرکت‌های ساختمانی رتبه یک استان تهران چگونه است؟"، فرضیه "میزان پذیرش فناوری BIM در شرکت‌های ساختمانی رتبه یک استان تهران، کمتر از حد متوسط است"، تعریف شد که برای رد یا تأیید شدن این فرضیه، از آمار استنباطی و آزمون تی تک نمونه‌ای استفاده شد؛ برای این منظور، دو فرضیه زیر مطرح می‌شود:

فرض ۰. میانگین متغیر برابر با میانگین ادعا شده ($\mu \leq 3$) می‌باشد.

فرض ۱. میانگین متغیر برابر با میانگین ادعا شده نمی‌باشد.

جدول ۳- خروجی آزمون تی تک نمونه‌ای حاصل از ۸۷ نمونه معتبر تحقیق.

Table 3- One sample t-test output obtained from 87 valid research samples.

t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Test Value= 3	
				95% Confidence Interval of the Difference	
				Lower	Upper
PU	-2.007	86	0.035	0.00000	0.00000 -0.0027
PE	-6.000	86	0.048	0.00000	0.00000 0.00000
OU					
BI	-1.000	86	0.028	0.00000	0.00000 0.0448

با توجه به اینکه سطح معناداری برای سه متغیر برابر ۰/۳۵، ۰/۴۸ و ۰/۲۸ به دست آمده است و تماماً از ۰/۰۵ کمتر است، بنابراین فرض صفر رد می‌شود و فرض یک تأیید می‌شود؛ در نتیجه میانگین پذیرش BIM برای هر سه متغیر، برابر یا بیشتر از میانگین ادعا شده (بزرگ‌تر یا مساوی ۳) نمی‌باشد و کمتر از حد متوسط است؛ در نتیجه فرضیه "میزان پذیرش فناوری BIM در شرکت‌های ساختمانی رتبه یک استان تهران کمتر از حد متوسط است"، با احتمال ۹۵٪ تأیید می‌شود.

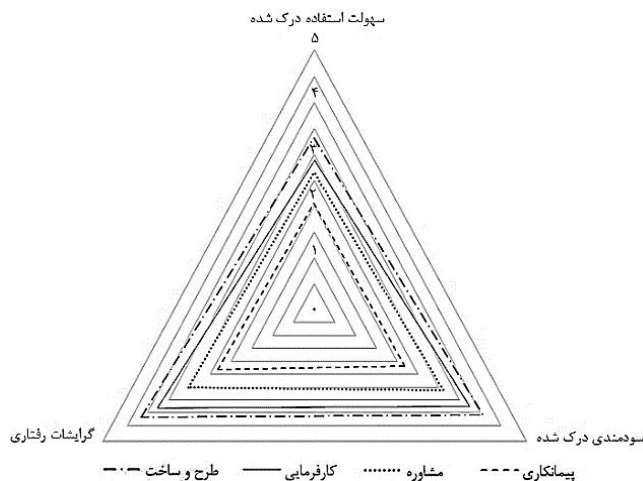
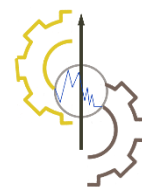
۲-۴- میانگین متغیرهای پذیرش BIM در شرکت‌های ساختمانی رتبه یک استان تهران به تفکیک ماهیت شرکت‌ها

وضعیت سه متغیر سهولت استفاده درک شده، سودمندی درک شده و گرایش‌های رفتاری به تفکیک چهار دسته از شرکت‌های مورد بررسی و از طریق آمار توصیفی به دست آمدند که نمرات میانگین این متغیرها در جدول ۴ ارائه شده و در شکل ۱ نیز نشان داده شده است. شکل ۴ که با استفاده از داده‌های جدول ۴ ترسیم شده است، توصیف‌کننده این است که در هر سه متغیر، میانگین متغیرهای پذیرش BIM در شرکت‌ها به این صورت است: طرح و ساخت < کارفرمایی < مشاوره < پیمانکاری.

جدول ۴- میانگین متغیرهای پذیرش فناوری BIM به تفکیک ماهیت شرکت‌ها.

Table 4- Average variables of BIM technology adoption by nature of companies.

متغیرهای پذیرش BIM	پیمانکاری	مشاوره	کارفرمایی	طرح و ساخت
سهولت استفاده درک شده	2.04	2.65	2.90	3.31
سودمندی درک شده	2.18	3.11	3.66	4.08
گرایش‌های رفتاری	2.31	3.02	3.73	4.16
میانگین سه متغیر	2.17	2.92	3.43	3.85



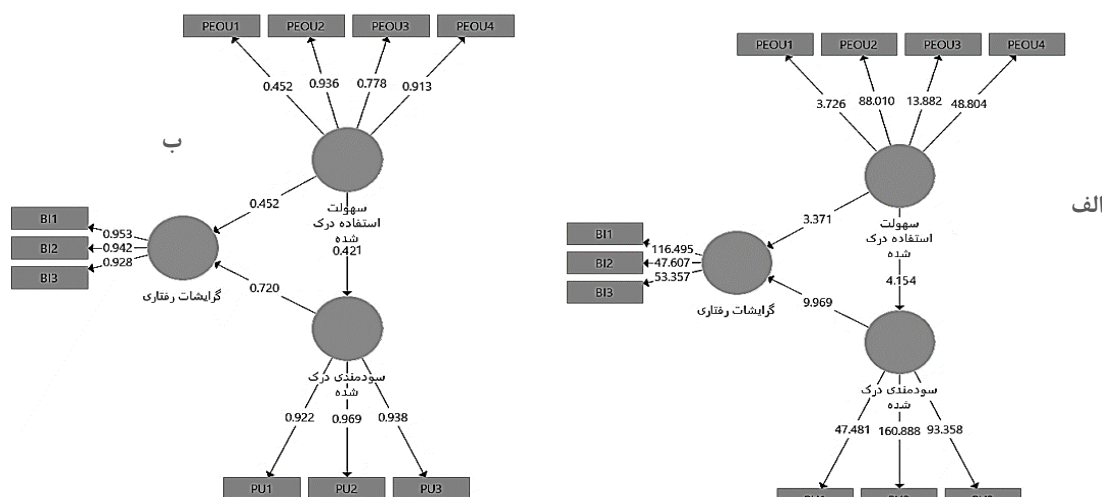
شکل ۴- میانگین متغیرهای پذیرش فناوری BIM به تفکیک ماهیت شرکت‌ها.

Figure 4- Average variables of BIM technology adoption by nature of companies.

جهت مقایسه وضعیت میانگین چهار دسته شرکت و مرتب کردن آن‌ها از کمترین به بیشترین نمره متغیر کلی پذیرش BIM، از آزمون تی جفت نمونه‌ای مستقل در نرم‌افزار SPSS22 استفاده شد که به علت تعداد زیاد جداول خروجی نرم‌افزار، از ذکر آن‌ها در این مقاله پرهیز شده است، منتها خروجی‌های نرم‌افزار به این صورت حاصل شد که طرح و ساخت < کارفرمایی > مشاوره < پیمانکاری > شاید یکی از دلایلی که میانگین متغیرهای پذیرش BIM در شرکت‌های ساختمانی با ماهیت طرح و ساخت در تمامی سه متغیر بیشتر از شرکت‌های دیگر است، این باشد که چون ماهیت کاری که شرکت‌های طرح و ساخت با آن سروکار دارند و به عبارتی چون طراحی و اجرا را به صورت بسته واحدی از خدمات انجام می‌دهند تا حدودی نسبت به سه نوع دیگر شرکت‌ها، به هدف BIM که ایجاد همکاری‌های مشترک بین ارکان درگیر در پروژه‌ها و رسیدن به یکپارچگی است، نزدیک‌تر باشد و شاید این‌ها دلیلی باشد که این شرکت‌ها بیشتر احساس نیاز به استفاده از این فناوری در پروژه‌هایشان داشته‌اند. همچنین شرکت‌های پیمانکاری نیز در هر سه متغیر، کمترین نمره‌ها را به دست آورده‌اند؛ به این خاطر که پیمانکاران بیشتر درگیر مسائل اجرایی هستند و بخش زیادی از پروژه‌های ساختمانی ایران، هنوز با سیستم سه عاملی (متعارف) اجرا می‌شوند و پیمانکاران پس از اتمام مرحله طراحی، نقشه‌ها و اسناد اجرای پروژه‌ها را دریافت می‌کنند، شکافی از همکاری با بخش طراحی در این فرآیند ایجاد می‌شود و عادت کردن به این فرآیند که به نوعی با هدف BIM در تناقض است، شاید یکی از دلایل این امر باشد. همچنین میانگین نمره سه متغیر، در شرکت‌های پیمانکاری، کمتر از میزان میانگین و در شرکت‌های طرح و ساخت، بیشتر از میزان میانگین (حد متوسط) است.

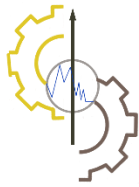
۴-۳- بررسی مدل اندازه‌گیری

در شکل شماره پنج، مقدار بارهای عاملی و ضرایب تی حاصل شده از مدل تحقیق نشان داده شده است و همان‌گونه که قابل مشاهده است، میزان بارهای عاملی برای تمامی گویه‌های تحقیق، بیشتر از ۰/۴ است و نیاز به حذف گویه‌ای در مدل احساس نمی‌شود.



شکل ۵- مدل تحقیق با الف) ضرایب t-value و ب) ضرایب استاندارد شده بارهای عاملی.

Figure 5- Research model -t-value coefficients –standardized coefficients of factor load.



ارقام مربوط به آماره تی بین گویه ها و متغیرهای مربوطه نیز که در سطح خطای کمتر یا مساوی ۰/۰۵ محاسبه شده است، تماماً بیشتر از ۱/۹۶ می باشند؛ در نتیجه معناداری روابط بین گویه ها و متغیرهای متناظر با آن ها تأیید می شود. معیارهای برازش مدل نیز که در جدول ۵ نشان داده شده است، نشان می دهد که ضریب پایایی ترکیبی (CR)^۱ برای تمامی متغیرهای تحقیق، بیشتر از ۰/۷ و قابل قبول می باشد. نتایج مربوط به بررسی روایی همگرا (AVE)^۲ نیز نشان می دهد با توجه به حدود گفته شده برای این معیار (حداقل ۰/۵)، می توان گفت که تمامی متغیرهای تحقیق در حد مناسبی بوده و مطلوبیت مدل اندازه گیری را تأیید می کند. میزان ضریب تعیین (R^2) تعدیل شده برای سهولت استفاده درک شده در حد متوسط نزدیک به قوی (۰/۶۲۷) و برای دو متغیر دیگر قوی برآورد شده است. شاخص ارتباط پیش بین (Q^2) برای "سهولت استفاده درک شده" برابر ۰/۳۶۷، برای "سودمندی درک شده" برابر ۰/۷۱۰ و برای "گرایشات رفتاری" ۰/۷۴۰ حاصل شد که مطلوب بودن آن ها را نشان می دهد.

جدول ۵- مقادیر مربوط به معیارهای برازش مدل.
Table 5- Values related to model fit criteria.

نوع سازه	متغیرها	CR	AVE	R ²	Q ²
مرتب ۱	سهولت استفاده درک شده	0.865	0.630	0.605	0.365
مرتب ۱	سودمندی درک شده	0.960	0.890	0.848	0.710
مرتب ۱	گرایشات رفتاری	0.959	0.885	0.885	0.740

شاخص اندازه تأثیر (f^2) نیز برای تمامی متغیرهای مستقل که روی متغیرهای وابسته به دست آمد، حد مطلوبی را نشان می دهد.

جدول ۶- مقادیر مربوط به معیار اندازه تأثیر.
Table 6- Values related to the effect size criterion.

متغیر مستقل	متغیر وابسته	F ²
سهولت استفاده درک شده	سودمندی درک شده	0.413
سهولت استفاده درک شده	گرایشات رفتاری	0.463
سودمندی درک شده	گرایشات رفتاری	1.331

همچنین مقادیر مربوط به روایی واگرا (DV)^۳ مربوط به متغیرهای تحقیق به دست آمد که بر اساس آن، می توان اظهار داشت که متغیرهای مکنون، تعامل بیشتری با سوالات خود دارند تا با سازه های دیگر؛ به بیان دیگر روایی واگرای مدل در حد مناسبی است.

جدول ۷- نتایج روایی واگرا به روش فورنل و لارکر.
Table 7- Divergent validity results by Fornel and Larker method.

گرایشات رفتاری	سودمندی درک شده	سهولت استفاده درک شده	متغیرها
		0.794	سهولت استفاده درک شده
	0.943	0.644	سودمندی درک شده
0.941	0.933	0.660	گرایشات رفتاری

تصمیم گیری در خصوص تأیید یا رد فرضیه ها بر اساس مقدار آماره تی صورت خواهد گرفت؛ به نحوی که اگر مقدار آماره تی بیشتر از قدر مطلق ۱/۹۶ به دست آید، فرضیه مربوطه معنادار و اگر کمتر از ۱/۹۶ به دست آید، فرضیه مدنظر غیر معنادار خواهد شد. مقادیر مربوط به بارهای عاملی و آماره تی بین متغیرهای تحقیق در جدول ۸ آمده است.

جدول ۸- بارهای عاملی استاندارد شده و ضرایب t بین متغیرهای پنهان تحقیق.
Table 8- Standardized factor loads and t-coefficients between latent variables.

متغیر مستقل	متغیر وابسته	بار عاملی	آماره تی	سطح معناداری	نتیجه
سهولت استفاده درک شده	سودمندی درک شده	0.421	4.154	0.5	تأیید
	گرایشات رفتاری	0.452	3.371	0.5	تأیید
سودمندی درک شده	گرایشات رفتاری	0.720	9.996	0.5	تأیید

¹ Composite Reliability

³ Divergent Validity

² Average Variance Extracted



همان گونه که در جدول ۸ قابل مشاهده است، ضریب معناداری 0.05 تعریف شده است و این بدان معناست که اگر مقدار آماره تی بیشتر از قدر مطلق 1.96 باشد، این رابطه با احتمال 95% تأیید می شود و به اندازه 95% معنادار است. جهت رابطه بین متغیرها نیز بر اساس ضرایب استاندارد شده بار عاملی انجام خواهد شد. مقدار بار عاملی مثبت، نشان دهنده رابطه مستقیم و مثبت بین متغیرهای پنهان مستقل و وابسته می باشد و برعکس. با توجه به نتایج حاصل شده، هر سه فرضیه مدل تأیید می شوند. فرضیه های تأیید شده به علت اینکه مقدار آماره تی شان بیشتر از 1.96 است، با احتمال 95% معنادارند. همچنین در این فرضیه ها، چون مقدار بار عاملی مثبت است، تأثیر متغیرهای مستقل روی متغیرهای وابسته، مثبت است؛ یعنی کاهش یا افزایش در متغیرهای مستقل، باعث کاهش یا افزایش در متغیرهای وابسته می شود.

تأثیر سهولت استفاده درک شده روی سودمندی درک شده نشان می دهد که پاسخ دهندگان اذعان داشته اند که هرچه شرکت ها اقداماتی جهت آشنایی بیشتر اعضای شرکت و در نتیجه مهارت های استفاده با *BIM* در بین آن ها را تقویت کنند، این تصور که فناوری *BIM* برای آن ها سودمندتر است، افزایش می یابد و در نتیجه هرچه افراد حتی با وجود عدم استفاده عملیاتی از *BIM*، میزان سودمندی بیشتری را نیز نسبت به فناوری *BIM* در ذهن داشته باشند، از نظر رفتاری بیشتر خواهان ایجاد تغییرات و تعریف و پیاده سازی *BIM* در شرکت ها هستند.

۵- بحث و نتیجه گیری

همان گونه که پیش تر به آن پرداخته شد، جهت به دست آوردن میزان پذیرش فناوری *BIM* در بین شرکت های ساختمانی رتبه یک استان تهران، از مدل *TAM* استفاده شد. با توجه به اینکه هرچه نمره به دست آمده برای سه مؤلفه این مدل (سهولت استفاده درک شده، سودمندی درک شده و گرایش رفتاری) از میانگین در نظر گرفته شده (عدد ۳) بیشتر باشد، میزان پذیرش بیشتری از *BIM* در این شرکت ها وجود دارد، نتایج نشان داد برای هر سه مؤلفه، نمرات میانگین به دست آمده برای تمامی ۸۷ نمونه مورد بررسی، کمتر از عدد ۳ می باشد و در نتیجه آزمون تی تک نمونه ای نشان داد میزان پذیرش فناوری *BIM*، کمتر از حد متوسط است. نتایج حاصله، هم گرایی زیادی با نتایج حاصل از تحقیقات پیشین دارد؛ همان گونه که حسینی و آذری نیز در سال ۲۰۱۶ به این نتیجه رسیدند که پذیرش *BIM* در ایران در سطح پایین و کم توسعه یافته است. همچنین با توجه به نتیجه ای که حسینی در تحقیق خود به آن رسیده است، بخش زیادی از پاسخ دهندگان به تحقیق او، حتی قصد آشنایی با *BIM* را نداشته و در پذیرش این فناوری مشکلاتی وجود دارد. البته ذکر این نکته حائز اهمیت است که تحقیقات صورت گرفته دقیقاً در جامعه آماری مورد بررسی تحقیق حاضر انجام نشده اند. شاید کمبود چهارچوب ها و استانداردهای مدون و متناسب با اهداف *BIM* در کشور، نقطه ابهامی را در ذهن افراد جهت استفاده از *BIM* ایجاد کرده باشد که مشارکت بیشتر بخش دولتی به عنوان مشوق بخش خصوصی می تواند مفید باشد. همان گونه که مهران (۲۰۱۶) با بررسی پذیرش *BIM* در صنعت ساخت امارات به این نتیجه رسید که پذیرش *BIM* در امارات، روند آهسته ای دارد و سه چالش اصلی فقدان استانداردهای *BIM*، فقدان آگاهی از *BIM* و مقاومت به تغییر، بیشترین فراوانی پاسخ دهندگان را در رابطه با عدم پذیرش *BIM* به خود اختصاص داد. هر و فیشر (۲۰۱۹) نیز اذعان داشتند که پذیرش *BIM* روندی آهسته و ناکارآمدی در بخش هایی از چین دارد و راهکارهایی از جمله تدوین دستورالعمل های دولت بر اساس الزامات کاربران و توجیه آن ها به اینکه *BIM*، لزوماً اقلام هزینه غیر ضروری اعمال نمی کند را جهت تسهیل در پذیرش *BIM* پیشنهاد دادند. آیینلا و آدامو (۲۰۱۸) نیز مسائلی چون هزینه ها، فرهنگ کاری، تخصص، آموزش، فقدان تقاضای مشتری، الزامات قانونی و غیره در پذیرش *BIM* را معرفی کردند.

نمرات میانگین سه متغیر مدل مفهومی تحقیق نیز به تفکیک ماهیت شرکت ها به دست آمد که آمار توصیفی گویای این بود که میانگین پذیرش فناوری *BIM* در شرکت های پیمانکاری در هر سه مؤلفه، کمتر از حد متوسط (کمتر از عدد ۳) و برای شرکت های طرح و ساخت، بیشتر از حد متوسط به دست آمده است که تا حدودی با تحقیق هر و فیشر (۲۰۱۹) که بیان کردند بیشترین پذیرش *BIM* را مهندسين و کمترین پذیرش *BIM* را پیمانکاران به خود اختصاص می دهند، هم خوانی دارد. البته شاید یکی از دلایلی که شرکت های کارفرمایی در هر سه مؤلفه پذیرش *BIM*، نمره میانگین بیشتری را نسبت به شرکت های مشاوره به دست آورده اند، این باشد که دسترسی به شرکت های کارفرمایی، محدودتر بود؛ چون مشخصات این شرکت ها در سایت سازمان برنامه و بودجه ثبت نشده اند و تنها ده شرکت با این ماهیت در این تحقیق مشارکت داشتند و این یکی از محدودیت های تحقیق حاضر است. همچنین چون بیشتر شرکت های مشارکت کننده در تحقیق،



در بخش خصوصی فعالیت دارند و وضعیت پذیرش و بلوغ BIM در بخش خصوصی شاید کمی بهتر از بخش دولتی باشد، یکی دیگر از دلایلی که وضعیت پذیرش BIM در سه متغیر در شرکت‌های کارفرمایی بیشتر از شرکت مشاوره به دست آمده است، همین موضوع باشد.

همچنین پاسخ‌دهندگان اذعان داشتند که هر چقدر افراد در دید و باور خود، استفاده از BIM را آسان‌تر بپندارند، منجر می‌شود که به میزان بیشتری نیز تصور کنند که استفاده از BIM برایشان سودمند است و هر دو این متغیرها، منجر به میزان گرایش‌های رفتاری بیشتری به سمت پذیرش BIM می‌شوند که این نتیجه نیز با نتایج تحقیقات پیشین همخوانی دارند؛ همان‌گونه که تنو (۲۰۰۸) ابراز داشت که سودمندی درک شده و سهولت استفاده درک شده بر نگرش و گرایش افراد نسبت به استفاده از فناوری، اهداف آن‌ها برای استفاده از آن فناوری و در نهایت استفاده از آن در عمل، تأثیر می‌گذارد. علاوه بر این، مطالعات زیادی هم در ایران و سایر کشورها انجام شده است که نشان می‌دهد سهولت استفاده درک شده بر سودمندی درک شده تأثیر می‌گذارد (درانی و رشیدی، ۲۰۰۷؛ کیم و همکاران، ۲۰۰۹؛ اجه‌ای، ۲۰۱۲؛ آکور، ۲۰۰۶).

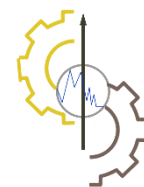
تأثیر عوامل ذهنی در تحقیق سان و همکاران (۲۰۱۵) مشخص می‌شود که نشان می‌دهند سازگاری با BIM، مؤثرترین مؤلفه روی سودمندی درک شده و سهولت استفاده درک شده از BIM دارد. محققان کراهی نیز بیان کردند که انگیزه برای گرایش به پذیرش BIM باید توسط فاکتورهای محیط خارجی مثل حمایت دولت، در اشکال تخصیص منابع، آموزش و غیره تقویت شود (لی و یو، ۲۰۱۳). نگوتاناساوان (۲۰۱۷) نیز نشان داد که ویژگی‌های BIM چون کیفیت نرم‌افزاری BIM، مزیت نسبی آن، پاداش به کاربران، سهولت استفاده و میزان سازگاری با BIM، تأثیر زیادی روی آگاهی از BIM و در نهایت، پذیرش آسان‌تر BIM دارد.

در پایان ذکر این نکته حائز اهمیت است که جرقه‌های پذیرش هر فناوری با وجود هر میزان توانمندی که آن فناوری دارد، وقتی اتفاق می‌افتد که افراد خود بخواهند با آن فناوری کار کنند، نه اینکه به آن‌ها تحمیل شود و این قضیه نیز وقتی رخ می‌دهد که کاربران دیدگاه بهتری نسبت به آن فناوری از منظر سادگی کار با آن و میزان سودمندیش داشته باشند.

از جمله محدودیت‌های تحقیق حاضر نیز این است که تنها ۸۷ نمونه معتبر در این تحقیق مشارکت کردند که پذیرش BIM در تعداد نسبتاً مناسبی از آن‌ها (۲۳ مورد) صورت گرفته است؛ شاید با مشارکت دادن شرکت‌های رتبه پایین‌تر، نتایج متفاوتی را بتوان به دست آورد؛ زیرا شرکت‌های با رتبه پایین‌تر ممکن است وضعیت بودجه، سابقه و نیروی انسانی ضعیف‌تری نسبت به شرکت‌های رتبه بالاتر داشته باشند و این موضوعات خود چالش‌هایی بر سر راه پذیرش و ورود فناوری‌های جدید به وجود آوردند. همچنین داده‌ها تنها در محیط شرکت‌های ساختمانی استان تهران گردآوری شده‌اند و انجام تحقیقات مجزا در استان‌ها و یا کشورهای دیگر می‌تواند نتایج جدیدی را به دست آورد.

منابع

- Ahmed, A. L., & Kassem, M. (2018). A unified BIM adoption taxonomy: conceptual development, empirical validation and application. *Automation in construction*, 96, 103-127.
- Akour, I. (2006). *Factors influencing faculty computer literacy and use in Jordan: a multivariate analysis*. Louisiana Tech University.
- Ayinla, K. O., & Adamu, Z. (2018). Bridging the digital divide gap in BIM technology adoption. *Engineering, construction and architectural management*, 25(10), 1398-1416.
- Azhar, S., Nadeem, A., Mok, J. Y., & Leung, B. H. (2008, August). Building Information Modeling (BIM): a new paradigm for visual interactive modeling and simulation for construction projects. *Proc., first international conference on construction in developing countries* (Vol. 1, pp. 435-46). <https://www.academia.edu/download/35698780/045.pdf>
- Barlish, K., & Sullivan, K. (2012). How to measure the benefits of BIM—a case study approach. *Automation in construction*, 24, 149-159.
- Boddaghi, H., & Mousavi, S. M. (2016). The effects of using new construction methods on time, cost and quality parameters of construction projects from the perspective of project knowledge management system. *4th International congress on civil engineering, architecture and urban development*, Tehran. (In Persian). <https://civilica.com/doc/618040/>
- Chen, K., Lu, W., Peng, Y., Rowlinson, S., & Huang, G. Q. (2015). Bridging BIM and building: From a literature review to an integrated conceptual framework. *International journal of project management*, 33(6), 1405-1416.
- Dizon, G. (2016). Measuring Japanese EFL student perceptions of internet-based tests with the technology acceptance model. *Tesl-Ej*, 20(2), n2. <https://eric.ed.gov/?id=EJ1113906>
- Dorani, K., & Rashidi, Z. (2007). A study of determinant factors in Information Technology Acceptance by teachers of smart schools in Tehran. *Research in educational systems*, 1(1), 23-46. (In Persian). <https://www.sid.ir/fa/journal/ViewPaper.aspx?id=83641>
- Ejei, J. (2012). The role of cognitive beliefs in relationship between individual and organizational factors with information. *International journal of behavioral sciences*, 6(1), 1-9.
- Farah, T. E. (2005). *Review of current estimating capabilities of the 3D Building Information Model software to support design for production/construction* (Doctoral Dissertation, Worcester Polytechnic Institute). Retrieved from <https://core.ac.uk/download/pdf/213000704.pdf>



- Gao, J., & Fischer, M. (2008). *Framework and case studies comparing implementations and impacts of 3D/4D modeling across projects* (Doctoral dissertation, Stanford University). Retrieved from <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.466.4427&rep=rep1&type=pdf>
- Gefen, D., & Straub, D. (2000). The relative importance of perceived ease of use in IS adoption: A study of e-commerce adoption. *Journal of the association for Information Systems*, 1(8), 1-30.
- Goodhue, D., Lewis, W., & Thompson, R. (2006, January). PLS, small sample size, and statistical power in MIS research. *Proceedings of the 39th annual Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS'06)* (Vol. 8, pp. 202b-202b). IEEE.
- Herr, C. M., & Fischer, T. (2019). BIM adoption across the Chinese AEC industries: an extended BIM adoption model. *Journal of computational design and engineering*, 6(2), 173-178.
- Hosseini, B. (2015). *Study of BIM implementation process in Iranian construction projects with the approach of examining barriers and limitations* (Master Thesis, Elm Sanat University).
- Hosseini, M. R., Azari, E., Tivendale, L., Banihashemi, S., & Chileshe, N. (2016). Building Information Modeling (BIM) in Iran: an exploratory study. *Journal of engineering, project, and production management*, 6(2), 78-89. (In Persian). <https://dro.deakin.edu.au/view/DU:30088915>
- Kassem, M., & Succar, B. (2017). Macro BIM adoption: comparative market analysis. *Automation in construction*, 81, 286-299.
- Khoshnava, S., Ahankoob, A., Preece, C., & Rostami, R. (2012, December). Application of BIM in construction safety. *Management in Construction Research Association (MiCRA), postgraduate conference, university technology Malaysia, Malaysia*.
- Kim, Y. J., Chun, J. U., & Song, J. (2009). Investigating the role of attitude in technology acceptance from an attitude strength perspective. *International journal of information management*, 29(1), 67-77.
- Koushki, M. (2017). Comprehensive evaluation of solutions, impedies, costs and effects of BIM implementation in Iran and the World. *1th National conference of building information modeling*, Tehran. (In Persian). <https://civilica.com/doc/708868/>
- Kymmell, W. (2008). *Building Information Modeling: planning and managing construction projects with 4D CAD and simulations* (McGraw-Hill construction series). McGraw-Hill Education.
- Lai, P. C. (2017). The literature review of technology adoption models and theories for the novelty technology. *JISTEM-journal of information systems and technology management*, 14, 21-38.
- Lee, S. K., & Yu, J. H. (2013). Effects of intrinsic and extrinsic motivation factors on BIM acceptance. *Journal of the Korea institute of building construction*, 13(3), 242-252.
- Li, P., Zheng, S., Si, H., & Xu, K. (2019). Critical challenges for BIM adoption in small and medium-sized enterprises: evidence from China. *Advances in civil engineering*, 2019. <https://doi.org/10.1155/2019/9482350>
- Lindblad, H., & Vass, S. (2015). BIM implementation and organisational change: a case study of a large Swedish public client. *Procedia economics and finance*, 21, 178-184.
- Liu, Z. Y. (2015). An analysis of technology acceptance model-exploring user acceptance and intension of taxi-hailing app in Shanghai. <http://hdl.handle.net/2077/38592>
- Mehran, D. (2016). Exploring the adoption of BIM in the UAE construction industry for AEC firms. *Procedia engineering*, 145, 1110-1118.
- Motawa, I., & Carter, K. (2013). Sustainable BIM-based evaluation of buildings. *Procedia-social and behavioral sciences*, 74, 419-428.
- Nemati, P., Eshtehardian, E., & Azizi, M. (2016). How to measure BIM organizational maturity (case study: Housing Investment Company). *International conference of architecture and urban*, Tehran. (In Persian). <https://civilica.com/doc/484390/>
- Ngowtanasawan, G. (2017). A causal model of BIM adoption in the Thai architectural and engineering design industry. *Procedia engineering*, 180, 793-803.
- Park, J., Kim, B., Kim, C., & Kim, H. (2011). 3D/4D CAD applicability for life-cycle facility management. *Journal of computing in civil engineering*, 25(2), 129-138.
- Parsa, M., & Kefayatimolkabad, M. (2018). Barriers of BIM implementation in Iran's construction industry. *1th International conference of BIM*, Tehran. (In Persian). <http://satavand.com/wp-content/uploads/2019/07/%D9%85%D9%88%D8%A7%D9%86%D8%B9-%D9%BE%DB%8C%D8%A7%D8%AF%D9%87-%D8%B3%D8%A7%D8%B2%DB%8C-%D9%81%D8%B1%D8%A2%DB%8C%D9%86%D8%AF-%D9%85%D8%AF%D9%84%D8%B3%D8%A7%D8%B2%DB%8C-%D8%A7%D8%B7%D9%84%D8%A7%D8%B9%D8%A7%D8%AA-%D8%B3%D8%A7%D8%AE%D8%AA%D9%85%D8%A7%D9%86-%D8%AF%D8%B1-%D8%B5%D9%86%D8%B9%D8%AA-%D8%B3%D8%A7%D8%AE%D8%AA%D9%85%D8%A7%D9%86-%DA%A9%D8%B4%D9%88%D8%B1-%D8%A7%DB%8C%D8%B1%D8%A7%D9%86.pdf>
- Porwal, A., & Hewage, K. N. (2013). Building Information Modeling (BIM) partnering framework for public construction projects. *Automation in construction*, 31, 204-214.
- Rouhani, N., & Banihashemi, Y. (2018). Categorizing of BIM imolementation barriers with barrier type and decision-making level approach. *1th International conference of BIM*, Tehran. (In Persian). <https://civilica.com/doc/804927/>
- Son, H., Lee, S., & Kim, C. (2015). What drives the adoption of building information modeling in design organizations? an empirical investigation of the antecedents affecting architects' behavioral intentions. *Automation in construction*, 49, 92-99.
- Teo, T. (2008). Assessing the computer attitudes of students: an Asian perspective. *Computers in human behavior*, 24(4), 1634-1642.
- Venkatesh, V., & Davis, F. D. (1996). A model of the antecedents of perceived ease of use: Development and test. *Decision sciences*, 27(3), 451-481.
- Winberg, A., & Dahlqvist, E. (2010). BIM-the next step in the construction of civil structures. <https://www.diva-portal.org/smash/record.jsf?dswid=259&pid=diva2%3A431673>